

## **SIMULASI DAN PRAKIRAAN SIKLON TROPIS DENGAN MENGGUNAKAN MODEL WRF**

**Dadang Subarna**

*Lembaga Penerbangan Dan Antariksa National*

*Email: [dangsub@yahoo.com](mailto:dangsub@yahoo.com)*

### **Abstract**

The Tropical Cyclone which is famously called as Typhoons in Western Pacific or Hurricane in America Atlantic regions are tropical cyclone that frequently occur in tropical regions (the tropics are the geographic region of the Earth centered on the equator and limited in latitude by the Tropic of Cancer in the northern hemisphere, at approximately 23°30' (23.5°) N latitude, and the Tropic of Capricorn in the southern hemisphere at 23°30' (23.5°) S latitude). Typhoons are frequently hit Japan, Taiwan, Philippines, Hongkong and Southern China in Northern Indonesia during northern hemisphere summer and autumn months. While in southern Indonesia, the tropical cyclone almost always occur and hit northern Australia region in southern hemisphere summer and autumn months. The storm clouds gather strength from warm seawater and tend to dissipate after making landfall. This paper examined the simulation and forecasting the Sepat Typhoon which begin to occur in August, 13 2007. The initial and boundary condition of model were taken from GFS NOAA and domain region of model are chose in the area which near coastal sea of Philippines country. The simulation period take 72 hours long time and time step every 3 hours. According to the model simulation and forecasting, the center of storm of Typhoon is expected to hit southern Taiwan by August, 18 2007 at 00.00 UTC. At the afternoon, the Typhoon should be close enough to the East China Coast to begin bringing the heavy rain. The WRF model has captured the tropical cyclone simulation and forecasting successfully, also in this paper it's confirmed and validated by satellite data. The warning at that event time was inform to weather services of Philippines, Taiwan meteorological monitoring center and NEA singapore.

### **Abstrak**

Siklon tropis yang terkenal dengan sebutan Typhoon di Pasifik Barat atau Hurricane di daerah Atlantik Amerika merupakan siklon tropis yang sering muncul dikawasan tropis (23.5° LS, 23.5° LU). Typhoon sering mengenai negara Jepang, Taiwan, Filipina, Hongkong dan Cina bagian selatan di utara Indonesia selama bulan-bulan musim panas dan musim gugur dibelahan bumi utara. Sementara di selatan Indonesia, siklon tropis hampir selalu muncul dan mengenai daerah utara Australia pada bulan-bulan musim panas dan musim gugur dibelahan bumi selatan. Awan-awan badai bergumpal menguat dari air laut yang hangat dan cenderung melemah bila setelah sampai di daratan. Pada makalah ini dikaji tentang simulasi dan prakiraan dari "Sepat Typhoon" yang mulai muncul pada tanggal 13 Agustus 2007. Syarat awal dan syarat batas untuk model diambil dari GFS NOAA dan daerah domain model dipilih di areal sekitar pantai laut negara Filipina. Perioda simulasi berlangsung selama 72 jam dan langkah waktu setiap 3 jam. Sesuai dengan simulasi model dan prakiraan maka pusat badai dari Typhoon ini diperkirakan mengenai Taiwan selatan pada tanggal 18 Agustus jam 00.00 UTC. Pada sore harinya, Typhoon akan menyentuh pantai Timur Cina yang membawa hujan lebat. Model WRF dapat menangkap simulasi dan prakiraan siklon tropis dengan baik, juga dalam makalah ini dilakukan validasi dengan data satelit. Pada saat kejadian itu, peringatan disampaikan pada badan cuaca Filipina, Taiwan dan NEA Singapura.

**Key Words:** WRF, Tropical Cyclone, Typhoon, Simulation, Forecasting

## 1. Pendahuluan

Siklon tropis adalah pusaran angin kencang (disertai hujan torensial dan petir) dengan diameter putaran hingga 500 km dan kecepatan mencapai lebih dari 200 km per jam serta mempunyai lintasan sejauh 1.000 km, memiliki pusat putaran disebut mata siklon berdiameter 10 km hingga 100 km yang dikelilingi oleh dinding awan padat setinggi 16 km (wikipedia, 2009). Siklon berasal dari kata Yunani *kyklos* yang berarti lingkaran atau roda, secara meteorologi siklon tropis merupakan suatu sistem tekanan udara rendah yang terbentuk secara umum di daerah tropis yang kemunculannya diawali oleh tahapan-tahapan tertentu, sifat sistem bertekanan rendah yang merupakan bagian dari sirkulasi atmosfer yang memindahkan panas dari daerah khatulistiwa menuju garis lintang yang lebih tinggi (wikipedia, 2009). Siklon tropis yang terkenal dengan sebutan Typhoon di Pasifik Barat atau Hurricane di daerah Atlantik Amerika merupakan siklon tropis yang sering muncul dikawasan tropis ( $23.5^{\circ}$  LS,  $23.5^{\circ}$  LU). *Typhoon* sering mengenai negara Jepang, Taiwan, Filipina, Hongkong dan Cina bagian selatan di utara Indonesia selama bulan-bulan musim panas dan musim gugur dibelahan bumi utara. Seperti pada gambar 1.1 adalah super siklon “Sepat” yang berhasil terekam dari data satelit. *Typhoon* Sepat mengenai Taiwan dengan kecepatan angin yang kencang dan hujan torensial pada hari Sabtu tanggal 18 Agustus 2007.

Syarat utama untuk dapat tumbuh dan berkembangnya siklon tropis adalah kelembaban udara yang tinggi karena banyaknya kandungan uap air. Syarat tersebut dapat dipenuhi oleh daerah perairan (lautan) di zona tropis dan subtropis yang temperaturnya minimal 26,5 derajat Celcius. Secara umum wilayah terjadinya siklon tropis dikelompokkan atas 2 wilayah utama yaitu belahan Bumi Utara dan belahan Bumi Selatan. Siklon tropis yang terjadi di belahan Bumi Utara, arah putaran siklonnya searah putaran jarum jam. Sedangkan di belahan Bumi Selatan arah putaran siklon tropis berlawanan arah putaran jarum jam. Kategori siklon tropis didasarkan pada kecepatan angin meliputi kategori 1 : Minimal, kecepatan angin 118 – 152 km/jam (74 – 95 MPH). Kategori 2 : Moderat (sedang), kecepatan badai 153 – 176 km/jam (96 – 110 MPH). Kategori 3 : Ekstensif (meluas), kecepatan badai 177 – 208 km/jam (111 – 130 MPH). Katagori 4 : Ekstrim (luar biasa), kecepatan badai 209 – 246 km/jam (131 – 155 MPH). Katagori 5 : Catastrophic (bencana besar), kecepatan diatas 246 km/ jam (didas 155 MPH).



NASA Terra-MODIS, 2007-08-16 02:25:00 UTC

Gambar 1.1. Super siklon “Sepat” yang berhasil terekam dari data satelit pada tanggal 16 Agustus 2007  
(sumber:<http://earthobservatory.nasa.gov/>)

Setiap badai bergerak dengan lintasan mereka masing-masing. Meskipun demikian, pada umumnya badai yang terbentuk di sebelah utara Equator bergerak kearah Barat atau Barat Laut, dan badai yang terbentuk di sebelah selatan Equator bergerak kearah Barat atau Barat Daya. Hal ini karena dipengaruhi oleh banyak faktor termasuk diantaranya arah rotasi (*perputaran*) bumi dan gaya koriolis yang ditimbulkannya.

## 2. Metoda dan Data

### 2.1. Metoda

Untuk keperluan prakiraan cuaca termasuk cuaca ekstrim seperti siklon, yang merupakan suatu tugas yang kompleks dan sukar, maka model WRF ini memberikan solusi yang cukup baik dan murah. Bagi instansi atau pihak-pihak yang memberikan layanan informasi tersebut, model WRF dapat memberikan pilihan yang fleksibel mulai dijalankan pada computer PC tersendiri atau dengan berkelompok secara sistem kluster dan paralel.

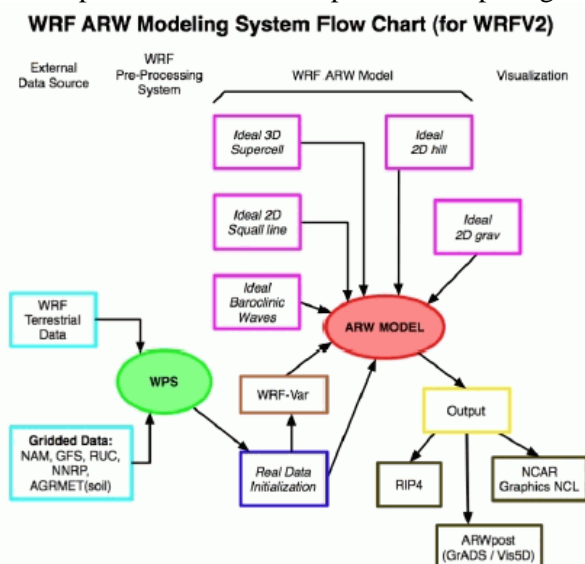
Di antara parameter-parameter data cuaca dan iklim yang dapat diprakirakan, parameter curah hujan merupakan parameter yang paling sukar diprakirakan, karena curah hujan melibatkan berbagai parameter data cuaca lainnya seperti suhu, kecepatan angin, tekanan, kelembaban dan sebagainya, sehingga curah hujan di dalam model numerik seringkali disebut parameter diagnostik, karena tidak secara eksplisit terdapat dalam persamaan-persamaan diferensial dari model tersebut. Saat terjadi siklon tropis, maka curah hujan sangat lebat (hujan torensial) dan disertai angin dengan kecepatan tinggi. Untuk prakiraan keadaan masa datang sirkulasi atmosfer dari pengetahuan keadaan saat ini yaitu dengan menggunakan persamaan-persamaan dinamik baik terhadap ruang maupun waktu. Kemudian dilengkapi dengan beberapa komponen-komponen seperti:

1. Keadaan awal atmosfer dan syarat batas
2. Sekumpulan persamaan-persamaan prediksi yang saling terkait yang menghubungkan variabel-variabel medan
3. Suatu metoda integrasi persamaan-persamaan tersebut dalam waktu untuk memperoleh keadaan masa datang dari variabel-variabelnya

Keadaan awal dan syarat batas merupakan komponen dari sumber data dari luar yang dipersiapkan dalam sistem pra-pengolahan untuk inialisasi model atmosfer tersebut.

Sekumpulan persamaan-persamaan prediksi terdapat dalam WRF ARW model yang terdapat berbagai pilihan sesuai dengan fenomena yang akan dikaji. Kemudian persamaan-persamaan ini diselesaikan dengan metoda beda hingga, lalu hasilnya dapat divisualisasi dengan berbagai program tampilan seperti NCAR Graphic NCL, RIP4, Grads dll.

Diagram blok dari model WRF pada versi 2 adalah seperti terlihat pada gambar (2.2)



Gambar (2.2). Diagram blok dari model Weather Research Forecasting (WRF) versi 2  
(sumber: User's Guide ARW Version 2.2 Modeling System, NCAR)

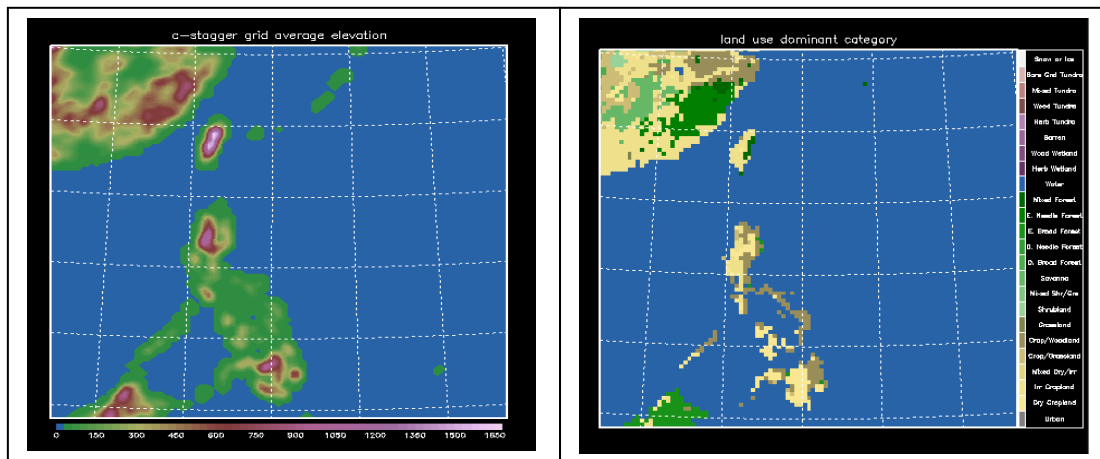
### 2.2. Data

Untuk menjalankan model WRF ini diperlukan data untuk syarat awal dan syarat batas yang didapat dari *Global Forecasting System* (GFS) NOAA yang operasional untuk keperluan penerbangan internasional. Data ini telah terasimilasi dengan data pengukuran in situ dan atau dengan data satelit. Satu hal yang tak kalah pentingnya adalah sistem asimilasi data. Sistem asimilasi data adalah suatu prosedur yang kompleks dimana parameter-parameter meteorologi pengamatan dikonversi ke variabel-variabel prakiraan dan dicampur dengan prakiraan jangka

pendek dari menjalankan model sebelumnya untuk menghasilkan syarat-syarat awal yang digunakan untuk memulai prakiraan baru yang telah termodifikasi dengan data pengamatan. Sistem asimilasi data mencoba untuk menemukan medan-medan awal dari variabel-variabel prakiraan yang akan melakukan optimisasi keakuratan prakiraan didasarkan pada ketersediaan data.

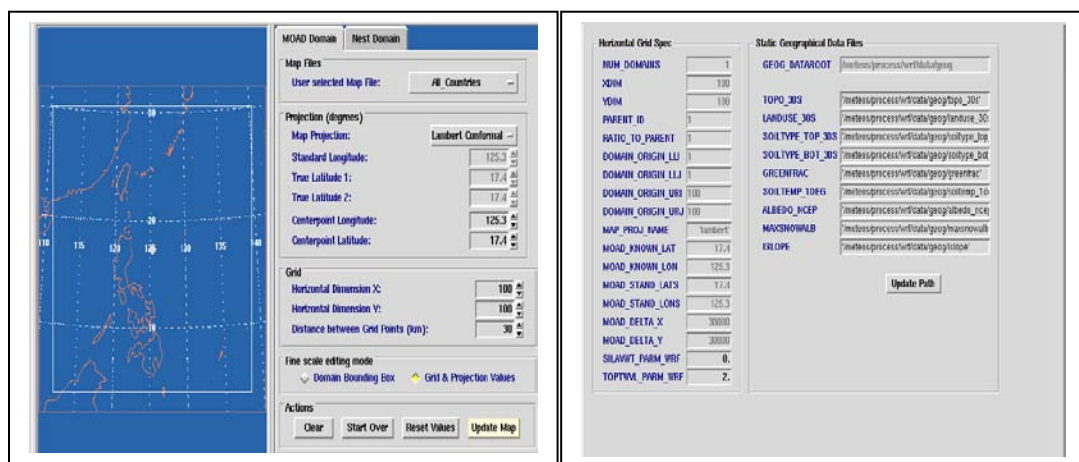
### 3. Hasil dan Pembahasan

Daerah domain yang menjadi pusat penelitian siklon “Sepat” adalah daerah domain di areal sekitar pantai laut negara Filipina, seperti pada gambar 3.3. Pusat domain pada ( $17.4^{\circ}$  LU,  $125.3^{\circ}$  BT) dengan ukuran  $100 \times 100 \times 31$  grid, dengan jarak antar grid horizontal sebesar 30 km.



Gambar 3.3. Daerah domain model yang digunakan untuk mensimulasikan super siklon “Sepat”.

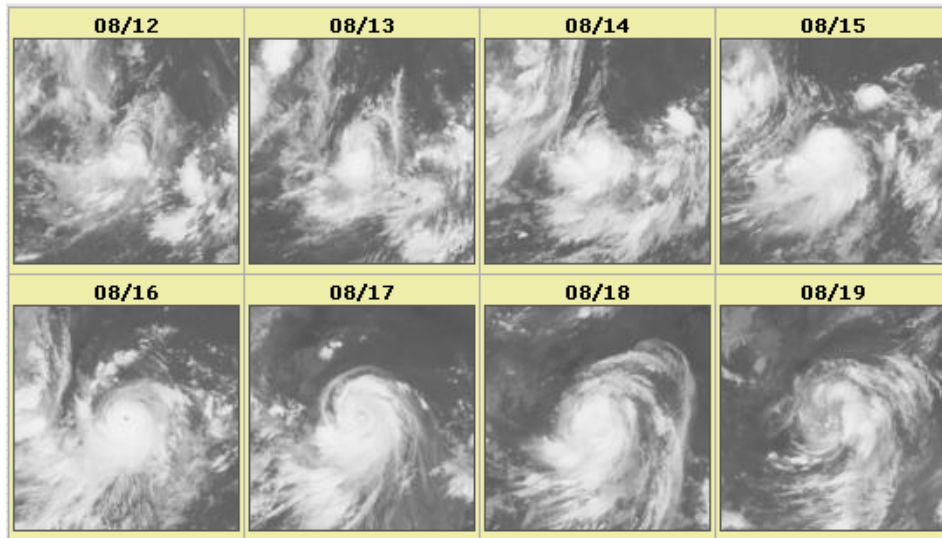
Parameter-parameter model yang dipakai seperti proyeksi peta, topografi 30 detik, penggunaan lahan 30 detik, tipe tanah bagian atas dan bawah 30 detik, fraksi kehijauan, temperatur tanah, albedo, albedo salju maksimum, kemiringan tanah terlihat pada gambar 3.4



Gambar 3.4. Parameter-parameter model yang dipakai untuk mensimulasikan super siklon “Sepat”.

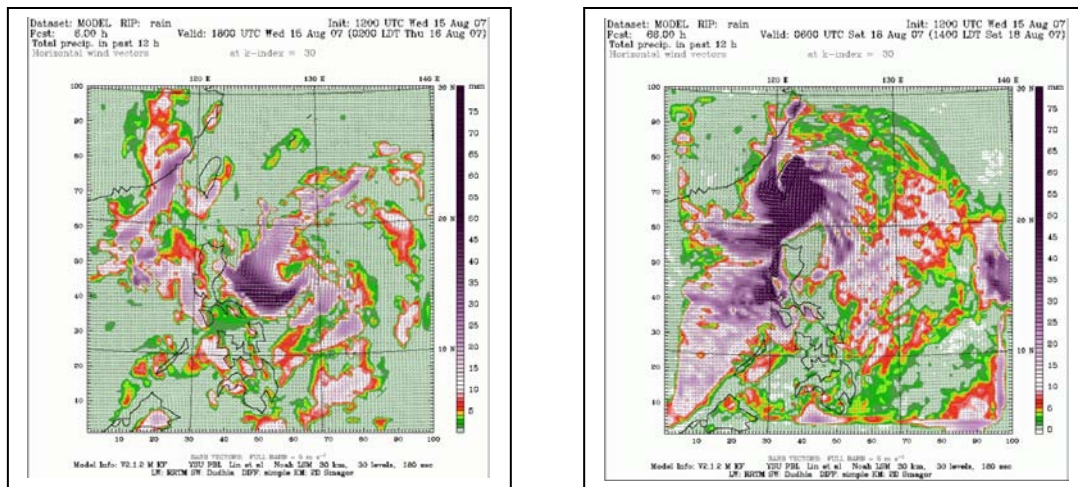
Siklo-genesis atau awal mula kejadian siklon “Sepat” yang terekam dari data satelit adalah terjadi siklon depresi pada 18.00 UTC tanggal 12 Agustus 2007 di lautan Pasifik Barat seperti terlihat pada gambar 3.5. Kemudian terus berkembang karena lingkungan perairan dengan temperatur muka laut (SST0 mendukung yang berada di atas  $26,5$  derajat Celcius dengan kelembaban relatif di atas 100%. Ditambah dengan pengaruh dari gaya koriolis Bumi yang semakin memperkuat putaran siklon. Siklon Sepat ini mampu hidup selama 162 jam atau 6.8 hari, sebelum akhirnya lenyap pada tanggal 19 Agustus 2007 jam 12:00:00 UTC saat menyentuh daratan.





Gambar 3.5. Siklo-genesis dari super siklon “Sepat” yang terekam dari data satelit  
(sumber: <http://agora.ex.nii.ac.jp/digital-typhoon/>)

Hasil dari simulasi model selama 72 jam, menunjukkan hal yang sama dengan pengamatan dari satelit, seperti terlihat pada gambar 3.6. Mulai simulasi pada tanggal 15 Agustus 2007 jam 18.00 UTC dan berakhir pada tanggal 18 Agustus 2007 jam 12.00 UTC



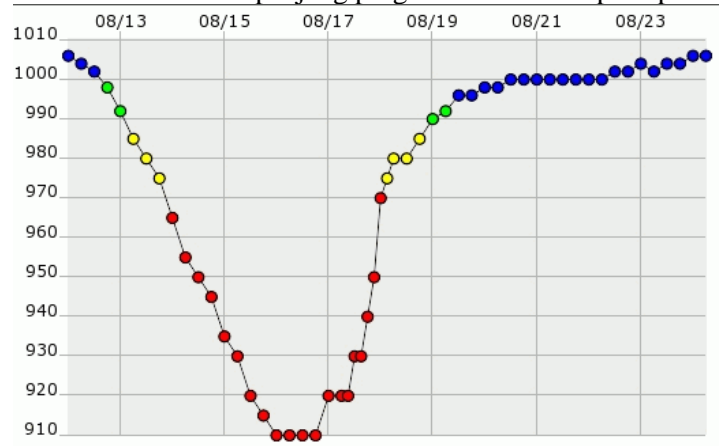
Gambar 3.6. Hasil simulasi model selama 72 jam untuk curah hujan selama siklon “Sepat” berlangsung dari 15 Agustus 2007 jam 18.00 UTC dan berakhir pada tanggal 18 Agustus 2007 jam 12.00 UTC.

Karakteristik dari siklon “Sepat” yang berhasil teramati adalah tekanan minimum sebesar 910 hPa, laju angin maksimum 110 knots atau 203.72 km/jam, radius terluas dari angin badai adalah 190 km, diameter terluas dari angin badai 370 km, panjang lintasan 2372 km, laju rata-rata 14.6 km/jam. Dari karakteristik laju anginnya, maka siklon ini masuk kategori 5 menurut *Saffir-Simpson Hurricane Scale* (SSHS). Lintasan arah gerak dari siklon ini terlihat pada gambar 3.7 dan besar SSHS-nya.



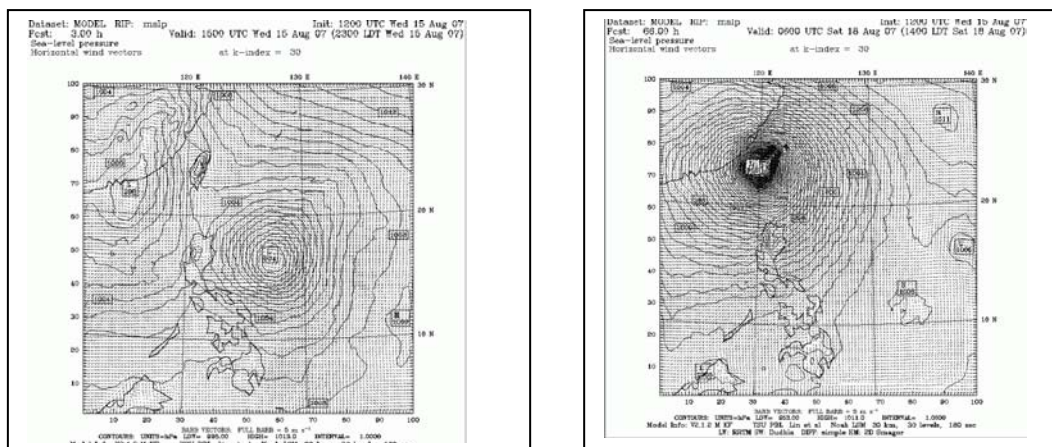
Gambar 3.7. Lintasan siklon “Sepat” yang berhasil teramati dari pergerakan pusat siklonnya, (sumber: <http://commons.wikimedia.org>)

Tekanan pada pusat siklon bervariasi sepanjang pergerakan siklon seperti pada gambar 3.8



Gambar 3.8. Perubahan tekanan pusat siklon sepanjang pergerakan siklon dari tanggal 13 sampai 23 Agustus 2007 (sumber: <http://agora.ex.nii.ac.jp/digital-typhoon/>).

Sedangkan hasil model untuk variabel angin horizontal dan tekanan rata-rata level muka laut (mean sea-level pressure) terlihat pada gambar 3.9



Gambar 3.9. Hasil simulasi model untuk variabel vektor angin horizontal dan tekanan rata-rata level muka laut pada 15 Agustus 2007 jam 15.00 UTC dan pada tanggal 18 Agustus 2007 jam 06.00 UTC.

Typhoon “Sepat” ini mengenai pulau Taiwan dengan angin kencang dan hujan torensial sehingga memutuskan aliran listrik ke 57.000 rumah serta melukai 12 orang dan ribuan lainnya harus

dievakuasi. Di areal pantai Cina, ratusan ribu orang harus dievakuasi dan beberapa penerbangan terpaksa ditunda dan menyebabkan banjir besar di Filipina.

Penulis sempat memberikan peringatan yang disampaikan pada badan cuaca Filipina, Taiwan dan NEA Singapura saat Typhoon “Sepat” masih di atas lautan Pasifik Barat Pada tanggal 15 Agustus 2007.

#### **4. Kesimpulan**

Siklon tropis adalah pusaran angin kencang (disertai hujan torensil dan petir) dengan diameter putaran hingga 500 km dan kecepatan mencapai lebih dari 200 km per jam serta mempunyai lintasan sejauh 1.000 km.

Prakiraan dan riset cuaca (WRF) adalah model atmosfer generasi baru yang dikembangkan sebagai hasil kerjasama antara NCAR divisi *Mesoscale and Microscale Meteorology* (MMM) dan NOAA serta kolaborasi dari sejumlah ilmuwan. Model diperuntukan baik untuk lingkungan riset maupun operasional yang melengkapi studi dinamika secara ideal, prediksi cuaca numerik dengan fisis secara penuh, simulasi kualitas udara dan iklim regional.

Telah dilakukan simulasi dan prakiraan dari Typhoon “Sepat” yang mulai muncul pada tanggal 13 Agustus 2007. Syarat awal dan syarat batas untuk model diambil dari GFS NOAA dan daerah domain model dipilih di areal sekitar pantai laut negara Filipina. Perioda simulasi berlangsung selama 72 jam dan langkah waktu setiap 3 jam. Sesuai dengan simulasi model dan prakiraan maka pusat badai dari Typhoon ini diperkirakan mengenai Taiwan selatan pada tanggal 18 Agustus jam 00.00 UTC. Pada sore harinya, Typhoon akan menyentuh pantai Timur Cina yang membawa hujan lebat. Model WRF dapat menangkap simulasi dan prakiraan siklon tropis dengan baik, serta perbandingan dan validasinya dilakukan dengan data satelit.

#### **5. Saran**

Perlu dilakukan asimilasi data dengan menyertakan pengamatan lokal agar bias-bias prediksi lintasan dari model ter-eliminasi.

#### **6. Daftar Pustaka**

COMET programme, (sumber: [www.comet.ucar.edu](http://www.comet.ucar.edu)), diunduh 8 September 2008

Digital Typhoon: Typhoon 200708 (SEPAT) - Pressure and Track Charts  
(<http://agora.ex.nii.ac.jp/digital-typhoon/>), diunduh tanggal 6 Mei 2009

Mobile Weather Inc, (sumber: [www.mobileweather.com](http://www.mobileweather.com))

NASA, (sumber: <http://earthobservatory.nasa.gov/>), diunduh 1 September 2008

Wang, et al, 2007, User's Guide ARW Version 2.2 Modeling System, National Center for Atmospheric research NCAR

Widiyatmoko, et al 2006, Prosiding Semiloka Teknologi Simulasi dan Komputasi serta Aplikasinya, BPPT 2006

Wikimedia commons, (sumbar :<http://commons.wikimedia.org>), diunduh 6 Mei 2009

Wikipedia, the free Encyclopedia, (sumbar: [http://en.wikipedia.org/wiki/Tropical\\_cyclone](http://en.wikipedia.org/wiki/Tropical_cyclone)), diunduh 4 Mei 2009